

# **Análisis de la flota de la FNB, para mejorar su disponibilidad, prestaciones y mantenibilidad eléctrica.**

## **Trabajo Final de Grado**



Facultat de Nàutica de Barcelona  
Universitat Politècnica de Catalunya

Trabajo realizado por:  
**Daniel Anadón Paüls**

Dirigido por:  
**Ricard Bosch Tous**

Grado en Ingeniería en Sistemas y Tecnología Naval

Barcelona, septiembre de 2016

Departamento de Ingeniería Eléctrica



UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE CATALUNYA  
BARCELONATECH  
Facultat de Nàutica de Barcelona





## Agradecimientos:

Me gustaría mostrar mi más sincero agradecimiento a todas las personas que han hecho de este trabajo una cuestión más fácil de digerir, facilitándome las fuentes de información y las herramientas necesarias para llevarlo a cabo.

Al señor Jordi Mateu por facilitarme el acceso a mi principal fuente de información: el “Barcelona”. A mi buen amigo Oriol Ferrer por acompañarme en las tardes de verano a descifrar la red de cableado y ayudarme con las herramientas necesarias. Y por último al señor Ricard Bosch por motivarme y darme la idea de hacer este trabajo de final de grado.

Por supuesto también a mi familia, a todos: Gracias.

---

# Resumen

El objetivo principal de este trabajo fue analizar la flota de la Facultat de Nàutica de Barcelona para encontrar una o diversas formas de explotar más óptimamente los recursos de los que se dispone. El análisis está enfocado en el mantenimiento, horas de mano de obra de dicho mantenimiento, costes anuales aproximados y otros parámetros que influyan en uso o desuso de la flota, concretamente del “Barcelona”.

La metodología para llevar a cabo el trabajo de investigación ha consistido básicamente en horas de trabajo de campo en el buque insignia de la facultad. Se ha constituido una colección de fotografías y se ha elaborado una serie de planos que facilitarán la comprensión del intrincado cableado de la embarcación.

Durante la elaboración del trabajo se ha constatado que aunque el “Barcelona” ha estado mantenido de forma correcta, debido a actualizaciones posteriores de diversos sistemas hay un gran número de cables eléctricos cuya función no es trivial de averiguar, incluso en algunos casos sin ninguna función, debido seguramente a sistemas que quedaron obsoletos o que fallaron y que no se extrajeron debido a su difícil acceso.

Durante el cuerpo principal del trabajo se expondrán diferentes posibles respuestas a la pregunta ¿cómo se puede mejorar el uso de la flota? poniendo hincapié en la cara económica del asunto y teniendo en cuenta la seguridad de los posibles usuarios, asumiendo que el usuario potencial es principalmente un estudiante de la facultad con conocimientos limitados en la navegación a vela.

# Abstract

The main objective of this project has been to analyze the fleet of the Facultat de Nàutica de Barcelona to find one or more ways to optimally exploit the means that it has. The analysis is focused in different aspects such as the upkeep, the hours of labor used in this upkeep, the monthly and annual approximate costs and other parameters which could affect in the use or disuse of the fleet, more specifically of the 'Barcelona'.

The methodology used to accomplish the research work has basically consisted of hours of field work in the faculty's flagship. It has been elaborated a collection of pictures and series of maps that will facilitate the comprehension of the craft's intricate wiring.

During the elaboration of this job it has been found that even though the 'Barcelona' has been maintained correctly, due to subsequent updates of different systems, there is a great number of electric cables whose function is not easy to find out, even in some cases there are ones with no function at all, probably because of systems that became obsolete or that failed and were not removed due to their difficult access.

During the main body of this project there will be different answers to the question 'How can we enhance the use of the fleet?' emphasizing the economic aspect and taking into account the security of the possible users, assuming that the potential user will be a student from the faculty with limited knowledge of sailing.

---

# Tabla de contenidos

<b>AGRADECIMIENTOS:</b>	<b>II</b>
<b>RESUMEN</b>	<b>III</b>
<b>ABSTRACT</b>	<b>IV</b>
<b>TABLA DE CONTENIDOS</b>	<b>V</b>
<b>CAPÍTULO 1. EL “BARCELONA”</b>	<b>1</b>
<b>1.1 HISTORIA</b>	<b>1</b>
<b>1.2 CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS.</b>	<b>2</b>
<b>1.3 ESTADO ACTUAL</b>	<b>4</b>
1.3.1 ESTADO DEL CASCO Y EXTERIOR	4
1.3.2 ESTADO DEL INTERIOR	6
<b>1.4 OTRAS EMBARCACIONES DE LA FLOTA</b>	<b>9</b>
<b>CAPÍTULO 2. PLAN DE EXPLOTACIÓN</b>	<b>11</b>
<b>2.1 PROPUESTAS DE ÁMBITO DOCENTE</b>	<b>11</b>
2.1.1 MANTENIMIENTO COMO PARTE DE LA DOCENCIA	11
2.1.2 DOCENCIA EN LA FLOTA	11
2.1.3 POR EJEMPLO: LA FLOTA	12
<b>2.2 ACTIVIDADES</b>	<b>12</b>
2.2.1 CLASES DE VELA Y VELA LIGERA	13
2.2.3 SALIDAS Y EXCURSIONES	13
<b>CAPÍTULO 3. MANTENIBILIDAD ELÉCTRICA</b>	<b>16</b>
<b>3.1 SISTEMA ELÉCTRICO</b>	<b>16</b>
3.1.1 DESCRIPCIÓN	17
<b>3.2 POSIBLES MEJORAS PARA LA MANTENIBILIDAD</b>	<b>19</b>
<b>CAPÍTULO 4. CONCLUSIONES</b>	<b>21</b>
<b>BIBLIOGRAFÍA</b>	<b>22</b>
<b>ANEXO 1. ÁLBUM FOTOGRÁFICO</b>	<b>23</b>





# Capítulo 1. El “Barcelona”

## 1.1 Historia

La historia del “Barcelona” empieza en la costa alicantina, Fundada por Vicente Belliure en el 1953 la empresa homónima se dedicaba principalmente a la construcción y reparación de embarcaciones de pesca de madera.

A partir del 1974 establecieron una nueva división, junto con los nuevos materiales introducidos, como la fibra de vidrio, prometían hacerse un hueco en el mercado de las embarcaciones de vela de recreo y yates. Acabaron construyendo más de 170 yates con poliéster reforzado con fibra de vidrio, de entre 30 y 50 pies de eslora, consolidándose en el competitivo mercado naval.

Con el diseño de 1983, finalmente se construyó el “Barcelona” como parte de tres veleros tipo Ketch para la escuela de la Marina Mercante, destinados a Tenerife, la Coruña y Barcelona. Haciendo hincapié en la comodidad y el espacio, construyeron una embarcación con un casco de gran manga y con una quilla tipo semicorrido dotándola de gran estabilidad.

El “Barcelona” es un motovelero de los palos. El palo de Mesana se encuentra a popa del de la Mayor pero a proa del timón, el palo de la Mayor dispone de un Génova. Dispone además de un amplio salón y de tres camarotes que permite convivir hasta 6 personas con comodidad, el número máximo de pasajeros permitido es de 12.

Esta embarcación cuenta con la Categoría de Diseño A Oceánicas, que significa que está diseñada para realizar viajes largos en el que los vientos pudieran superar la fuerza 8 y las olas una altura de 4 metros o más.



Imagen 1. El “Barcelona”

## 1.2 Características Técnicas.

Las dimensiones principales de la embarcación son las siguientes:

Cuenta con un total de 12,2 metros de eslora, con una manga de 3,9 metros, un puntal de 1,77 metros, 16,71 TRB de arqueado y un desplazamiento de 9.600 kg. Como se ha mencionado anteriormente su año de construcción fue en 1985, su categoría de diseño es A y tiene una carga máxima de 800 kg. Su superficie velica es de 91,76 m<sup>2</sup>.

En cuanto al propulsor, cuenta con un motor modelo MD/22 P-A de la marca VOLVO PENTA de gasóleo de 44 KW cuya velocidad nominal es de 4000 rpm. Éste está montado en una cámara insonorizada encima de la quilla. Tal como se puede apreciar en la imagen a continuación el motor se encuentra en buen estado.

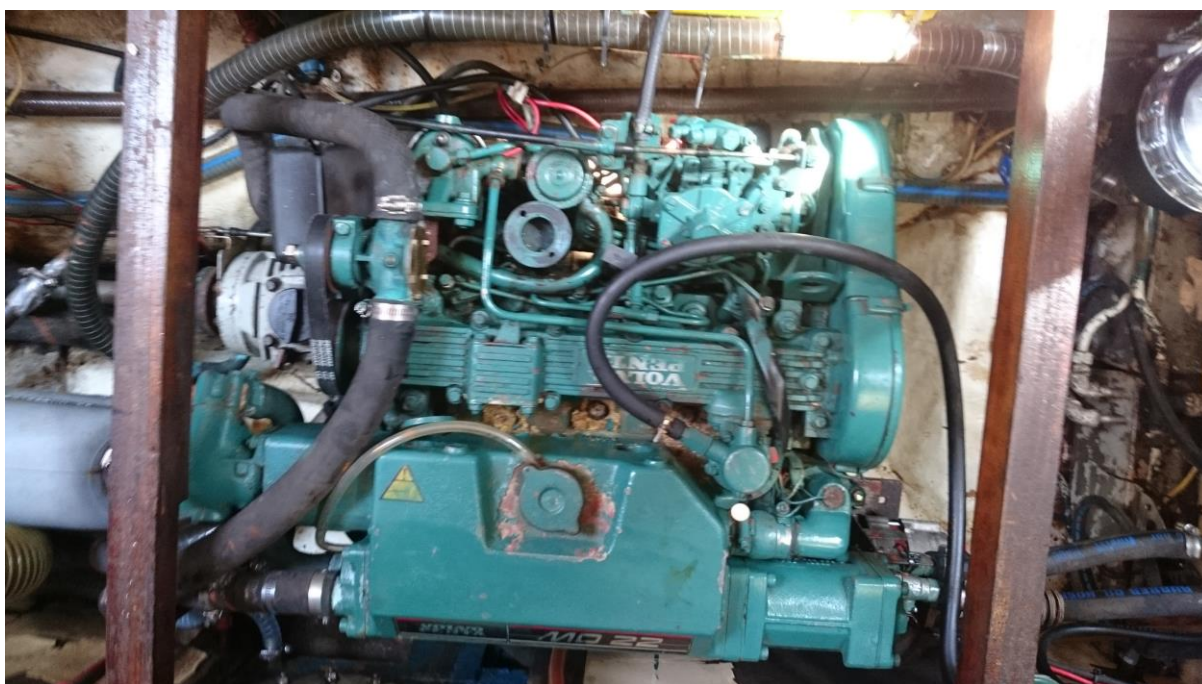


Imagen 2. Motor del “Barcelona”

El sistema eléctrico cuenta con dos parejas de baterías, dos de 12V conectadas en paralelo y dos más conectadas en serie, obteniendo dos circuitos eléctricos independientes. Además cuenta con una toma a puerto (230V y 50Hz) para cuando se encuentra amarrado en puerto e inversor para cargar las baterías.



Imagen 3. Baterías de servicio

Está provisto de dos tanques para el combustible de 265 litros y un tanque central. Dos tanques de 350 litros para el agua dulce y un tanque de aguas sucias. El equipo de achique con una bomba eléctrica con capacidad para desalojar 3.000 litros la hora, una bomba manual y dos baldas con rabiza.

El equipo de fondeo cuenta con 60 metros de línea de fondeo, un ancla de 20 kg y un molinete eléctrico.

En cuanto a las velas, el “Barcelona” dispone de una mayor, un Génova y una vela de mesana. Debido a que no se pudo desplegarlas, se desconoce el estado de las mismas.

### 1.3 Estado Actual

#### 1.3.1 Estado del Casco y exterior

En términos generales el casco presenta un buen aspecto, se muestra limpio sin demasiado Fouling<sup>1</sup> y la pintura no está desgastada. Se aprecian pequeños puntos de oxidación en los tornillos que sujetan la barandilla por el exterior del casco.



Imagen 4. Pequeños puntos de oxidación en la amura



Imagen 5. Pequeños puntos de oxidación en estribor

---

<sup>1</sup> Término para las incrustaciones, seres vivos, como algas y pequeños crustáceos, que se adhieren en la obra viva de las embarcaciones.



La bañera y la zona del timón están bien cuidadas, la madera de la cubierta se aprecia gastada aunque bien mantenida, sin ningún golpe o parte rota o astillada. Los aparatos electrónicos se mantienen con sus tapas originales y funcionan correctamente.

El contacto de la llave y el cuenta-revoluciones se muestran viejos y gastados por el efecto erosionante del mar aunque funcionan correctamente.



Imagen 6. Sonda, Piloto Automático y Veleta



Imagen 7. Panel Cuenta-revoluciones y contacto

El velamen se encuentra debidamente plegado sobre las botavaras como corresponde. Aun así se ha encontrado un trabajo de fin de grado del 2014 dónde se cita textualmente: (ref. 7)

*<< Se trata de tres velas de Dacron que no se encuentran en muy buen estado, están deformadas y algo quemadas por el sol. Además los refuerzos de las velas, como los ollaos se han oxidado, repercutiendo en las velas. Algunos de los patines de la vela mayor están rotos, lo que significa que no está bien repartida la carga entre los patines. >>*

Por último, no se ha encontrado ningún golpe alarmante en toda la superficie, en los aparejos y los apéndices.



Aunque se ha comprobado que toda la electrónica dispuesta encima de la mesa de cartas y a la izquierda del panel funciona correctamente, también se ha observado que no se han retirado algunos aparatos obsoletos o rotos como el dispositivo NMEA que se muestra a continuación.



Imagen 9. Impresora rota

En cuanto a la iluminación, hay dos tipos de puntos de luz, bombillas que se accionan mediante un interruptor propio y unas otras que se accionan con un interruptor separado del punto de luz. Aunque se ha comprobado que las que están instaladas funcionan correctamente hay lugares donde han sido arrancadas dejando los cables de las mismas a la vista o han sido golpeadas sosteniéndose con menos sujeciones de las necesarias.



Imagen 10. Cables colgando

Se ha encontrado también enchufes en la pared en un estado muy deteriorado, oxidados y rotos.



Imagen 11. Enchufe en mal estado

Aunque en un inicio se pretendía realizar un estudio exhaustivo y una clasificación de todo el cableado que compone la red eléctrica de este buque, no se pudo realizar ante la falta de conocimientos y experiencia del estudiante y el tiempo limitado. Aun así se puede destacar que existen un número enorme de cables pasando por detrás de las paredes, de los cuales la gran mayoría acaban convergiendo por detrás del panel de control.

### **Mecánica**

El estudio de esta parte no se ha realizado de manera tan exhaustiva como del sistema eléctrico. Se comprobaron las baterías y las conexiones del motor de arranque, asumimos que el motor arranca correctamente aunque no se pudo comprobar.

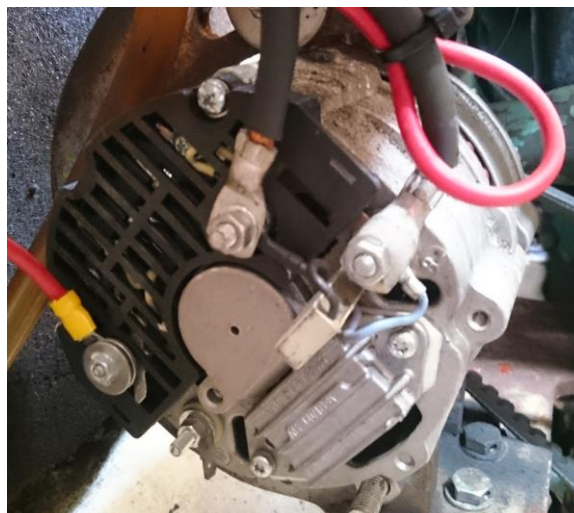


Imagen 12. Motor de arranque



Se inspeccionaron las conexiones eléctricas de la caja de control del molinete del ancla. Se ha encontrado algún cable cortado colgando dentro del cofre del motor como se muestra a continuación.



Imagen 13. Cable seccionado en la cámara de máquinas

### 1.4 Otras embarcaciones de la flota

Aun siendo consciente que el “Barcelona” no es la única embarcación de la flota de la Facultat de Nàutica de Barcelona, se ha trabajado exclusivamente en ella. La principal razón es que es la que lleva más mantenimiento, además, a excepción de un par que sí se encuentran en el mismo muelle que el “Barcelona”, el resto de la flota está desperdigada dificultando su acceso.



Imagen 14. Parte de la flota de la FNB

En la memoria del curso académico 2010-2011 constan como embarcaciones para prácticas docentes, a parte del buque escuela “Barcelona”, las siguientes:

- Embarcación de vela latina
- 3 embarcaciones tipo “Escandalosas”
- 3 embarcaciones tipo 470
- 2 embarcaciones Vaurien
- 2 embarcaciones “TAYLOR” a remo
- 1 neumática auxiliar Zodiac
- 1 neumática “RISSAGA” BCN 3.0m
- 1 embarcación TAYLOR “Mínima”

Además se dispone también de embarcaciones fruto de trabajos finales y tesis como son la “Lady” y una moto de agua.

Actualmente un número de ellas se encuentran almacenadas y aunque los gastos de mantenimiento son mínimos, no se les da ningún uso.

## Capítulo 2. Plan de Explotación

Hasta este punto se ha analizado la flota de la Facultat de Nàutica de Barcelona para ser conscientes de los recursos de los que se disponen y poder contestar a la pregunta ¿cómo se puede mejorar el uso de la flota? Dado que esta pregunta puede tener infinitas respuestas, se han elaborado un conjunto de políticas que se pueden tomar como posibles soluciones.

Estas políticas se han elaborado con la premisa de generar el mínimo de gastos económicos y administrativos a la dirección del centro.

### 2.1 Propuestas de ámbito docente

#### 2.1.1 Mantenimiento como parte de la docencia

La primera posible solución que se presenta, tiene que ver con el alto contenido de pequeñas reparaciones que vemos en el buque escuela. Normalmente durante el último año, al alumno de la FNB, se le presentan una serie de asignaturas optativas de las que debe cursar como mínimo tres. Aunque muchas de estas asignaturas constan de salidas puntuales a astilleros, puertos y demás instalaciones náuticas/portuarias en ninguna se aprovecha los recursos propios que ofrece la facultad.

Dado que una buena parte de estas optativas tienen que ver con el mantenimiento, la propuesta consiste en incluir en el programa de éstas el buque escuela o cualquiera de las embarcaciones de la flota de la FNB. Dicha inclusión de la flota podría llevarse a cabo, por ejemplo, mediante pequeños trabajos de mantenimiento a lo largo del curso o bien mediante un trabajo final de la asignatura.

Estas actividades podrían resultar muy provechosas, se cuenta con el recurso de tener una serie de embarcaciones propias, con un número elevado de pequeñas reparaciones pendientes, posibles mejoras, actualizaciones, mantenimiento, etc. Que además de ser provechoso para el alumno, ya que vería de primera mano los sistemas y mecanismos de los que se habla en clase, supondría un descenso importante en los gastos anuales fijos por mantenimiento de la flota.

#### 2.1.2 Docencia en la flota

Otra opción podría consistir en efectuar, de manera más o menos regular, alguna clase teórica en el buque escuela. Por ejemplo siendo las clases de optativas normalmente de un tamaño reducido, unos 10 alumnos de media, se ve completamente factible. El coste de implementación sería mínimo más allá del incremento del mantenimiento por el uso de las embarcaciones.

Tanto en primavera como otoño y con la meteorología tan suave de la que disponemos en la ciudad de Barcelona, sería una opción perfecta para estar al aire libre, motivando al alumno y reduciendo el absentismo en las aulas, tal como ya se hizo a modo de protesta, hace algunos años, en el parque de la plaza Pla de Palau.

### 2.1.3 Por ejemplo: la flota

A lo largo de todo el Grado se cursan un número altísimo de asignaturas completamente teóricas, para motivar a los alumnos, los profesores a menudo recurren a problemas relacionados con el mundo del mar, por ejemplo, en lugar de preguntar: “calcula las fuerzas resultantes en esta barra con estas fuerzas que actúan sobre ella”, es posible que pregunten: “calcula las fuerzas resultantes en este mástil si la vela y las sujeciones actúan en estos puntos con tanta fuerza, etc.”

La aplicación de la propuesta que se expone a continuación permitiría la validación de los cálculos con medidas experimentales, por ejemplo se puede extrapolar la fuerza de arrastre de un barco a la hipotéticamente medida de una de las Zodiac de la flota arrastrando al “Barcelona”.

La propuesta en este tema es que se recomiende al profesorado, tan a menudo como sea posible, poner como ejemplo en sus problemas al “Barcelona” o a cualquier otra embarcación de la flota de la facultad. Esta política de tan fácil implementación tendría efectos tan beneficiosos como:

- Que alumnado fuese consciente de la extensa flota de la que se dispone.
- Que el alumnado acabaría conociendo de manera inconsciente las dimensiones, los sistemas que las componen y las características particulares entre otros de los parámetros de las embarcaciones de las que dispone la Facultad.
- Motivar al alumnado al tener ejemplos cuya fuente pueden visitar y que está a escasos 5 minutos del aula dónde están efectuando la clase.
- Que el alumnado acabaría obteniendo una sensación de propiedad sobre las embarcaciones, promoviendo su uso y contando más a menudo para hacer importantes trabajos de investigación, trabajos de fin de grado, trabajos de asignaturas, etc.

Tal como ya se ha mencionado, es una política muy fácil de llevar a cabo y supone un gasto cero económico, lo único que se debe hacer es concienciar al profesorado para que pongan como ejemplo alguna embarcación de la flota de la facultad tan a menudo como sea posible.

## 2.2 Actividades

Las proposiciones que se exponen en este apartado requieren de la creación de un órgano o agrupación de estudiantes llamada comisión. La implementación de estas es compleja y representaría gastos excesivos en la facultad de no ser que se implementen mediante una comisión de estudiantes, donde se hagan cargo en su totalidad o casi de las actividades que se propondrán más adelante.

Esta comisión estaría formada en su totalidad por estudiantes. Debería haber la figura de un tesorero que se hiciera cargo del movimiento de dinero. Los monitores tendrían que estar organizados por rangos, según la experiencia, el título, las horas navegando por la comisión, etc. Estos rangos se otorgarían sujetos a la opinión de los miembros más experimentados de la comisión.

La comisión debe tener el objetivo de ser lo más autosuficiente posible, para tal fin se recomienda crear un depósito monetario, en el que se almacenarían los posibles ahorros derivados del resto de ingresos que no se destinasen al mantenimiento y el pago de los monitores. Este depósito estaría administrado por el tesorero, sería usado en casos de reparaciones importantes y si fuese el caso de ahorrar suficiente para incluir mejoras en la flota.

La finalidad de esta comisión sin ánimo de lucro, aparte de evitar que la facultad tenga que hacerse cargo de los gastos de las actividades de vela, es principalmente dar más autonomía al estudiante sobre el uso de la flota que tiene a su disposición. Por supuesto también debe haber un compromiso por parte del estudiante, para hacer un buen uso de los recursos que se le ofrecen y no robar o coger dinero del depósito.

### 2.2.1 Clases de vela y vela ligera

Este punto lo que pretende es explotar el importante hecho que una gran parte de los alumnos que componen la Facultat de Nàutica de Barcelona ya saben navegar a vela. No es solamente este hecho sino además también una parte de ellos tienen u obtienen títulos, como el Patrón de Embarcaciones de Recreo (PER), durante su estancia en la FNB. Una pequeña parte del alumnado incluso compite o ha competido en regatas durante años.

Los hechos expuestos nos muestran que la facultad cuenta con un recurso importante además de tener una flota, gente que puede utilizarla. Esta serie de alumnos más o menos experimentados, recibiendo una breve formación, podrían dar clases de vela a todo alumno de la UPC que lo quisiese.

La razón por la que se ha decidido que se debería ampliar el acceso de estas clases al resto de la UPC es que no se cree que haya suficiente gente que quisiese aprender vela en la facultad y además al ser de la misma universidad se dispone del mismo tipo de seguro estudiantil.

Estas clases podrían ser en grupos más o menos grandes en el mismo Barcelona o en grupos más reducidos en las embarcaciones de vela ligera. Evidentemente se cobraría una cuota por persona y clase; el precio de dicha cuota, aunque se debería estudiar, podría ser sobre los 15-20€, que se estima suficiente para pagar el combustible, los gastos derivados del mantenimiento por su uso, el material si fuese necesario, la formación de nuevos monitores y un pequeño sueldo simbólico para los monitores.

### 2.2.3 Salidas y excursiones

Se crearía un plan para que los comisionarios pudiesen usar las embarcaciones de la flota para uso puramente recreativo. Dicho plan consistiría en poder canjear las horas pasadas navegando y por lo tanto produciendo gastos, por horas dedicadas al mantenimiento.

Estas salidas deberán estar dirigidas por los comisionarios de más alto rango y no se podrán efectuar sino es así. Esto fomentará el deseo de aprender de los comisionarios inexpertos a modo de incentivo y creará compromiso con la comisión. Evidentemente la principal razón es por la seguridad de los estudiantes y de la flota.

Se podrían crear además excursiones programadas para el disfrute de los alumnos de la facultad externos a la comisión, estas salidas podrían ser cobradas con dinero o con horas de mantenimiento, a elección de

la comisión. Podrían ser desde excursiones de varias horas a excursiones de fin de semana y a la larga si el sistema funcionase incluso de varios días o semanas.



## Capítulo 3. Mantenibilidad Eléctrica

Para mejorar la mantenibilidad<sup>2</sup> eléctrica del buque se procede a analizar más exhaustivamente el sistema eléctrico de la embarcación “Barcelona”. Abrumado por la falta de conocimientos y por el tiempo limitado entre finalizar los exámenes finales y con las vacaciones de por medio que han impedido el acceso a la fuente (“Barcelona”), este análisis no está tan completo como se deseaba en un principio cuando se planeó el ámbito de trabajo.

Aun así se han sacado una serie de conclusiones a partir de la limitada información obtenida y de la recopilada de otros trabajos de fin de grado de años anteriores, debidamente documentados en la bibliografía.

### 3.1 Sistema Eléctrico

Para llevar a cabo un buen mantenimiento de cualquier sistema eléctrico de cualquier embarcación se deben seguir unos pasos claros y definidos.

El primero de los pasos consiste en la identificación de todos los elementos que componen dicho sistema, comprobar además de identificar, los sistemas que no funcionan correctamente o que simplemente no funcionan. Este Trabajo de fin de Grado se ha basado principalmente en esta tarea, dejando las tareas posteriores para trabajos futuros tanto de posibles estudiantes como propios en el trabajo de fin de máster.

El segundo de los pasos consiste en la elaboración de una serie de esquemas eléctricos que definan lo más completamente posible el sistema en el que estamos trabajando. Los planos que deben contener son, por este orden, Topográfico (localización geográfica en la planta de la embarcación de las situaciones de todos los elementos, las cargas y el cuadro), Funcional (mapa que muestra las funciones de cada elemento y como están conectadas entre sí) y Cableado (que define la localización del conjunto de cables que componen el sistema).

Con la información recopilada y los planos elaborados se procede al tercer paso: Diagnóstico, dónde se manifestarán de manera documentada y con pruebas gráficas los problemas e incidencias encontradas en la embarcación a analizar.

Por último, en base al diagnóstico y con la ayuda de los mapas elaborados se procede a construir un plan de acción para la reparación, extracción de elementos obsoletos y tareas de mantenimiento en general.

---

<sup>2</sup> Capacidad de un sistema a ser mantenido.



### 3.1.1 Descripción

Como se ha mencionado en el primer capítulo la planta eléctrica del buque escuela consiste en dos sistemas diferenciados de diferente voltaje, uno de 12V y el otro de 24V, aunque las baterías de dichos sistemas son iguales, lo que las diferencia es el modo en cómo están conectadas entre sí.

El primer grupo de baterías se encuentra situado en el interior del cofre que actúa de silla para la mesa de cartas. Éstas están conectadas en paralelo tal como se muestra en la imagen siguiente, la conexión en paralelo permite, al ser las baterías idénticas, duplicar la capacidad manteniendo el mismo voltaje de salida de 12V.

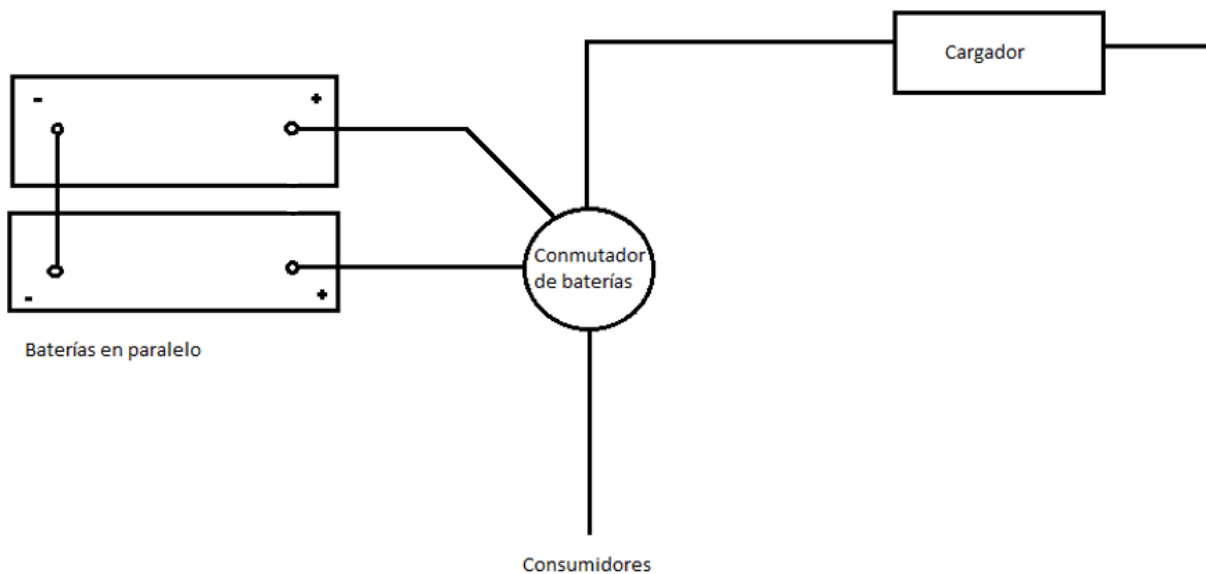


Imagen 15. Conmutador con cuatro posiciones: 0, 1, 2 y ambas

Este circuito alimenta principalmente toda la electrónica, las luces de 12V repartidas por la embarcación, las luces de posición, el motor de arranque y algún elemento más que no se ha sabido identificar.

Por otro lado tenemos el circuito de 24V, éste lo componen unas baterías de las mismas características técnicas que las anteriormente mencionadas. La diferencia de este circuito es que las baterías se encuentran conectadas en serie, la configuración en serie permite mantener la capacidad en la salida duplicando el voltaje.

No se ha encontrado ninguna referencia sobre la instalación de 24V recogido en el trabajo de fin de carrera del curso 2013-2014 de Francisco Soler Preciado (ref. 6). Se ha supuesto que se incorporó posteriormente al buque para reforzar el circuito de 12V además de para alimentar el molinete del ancla, que usa 24V.

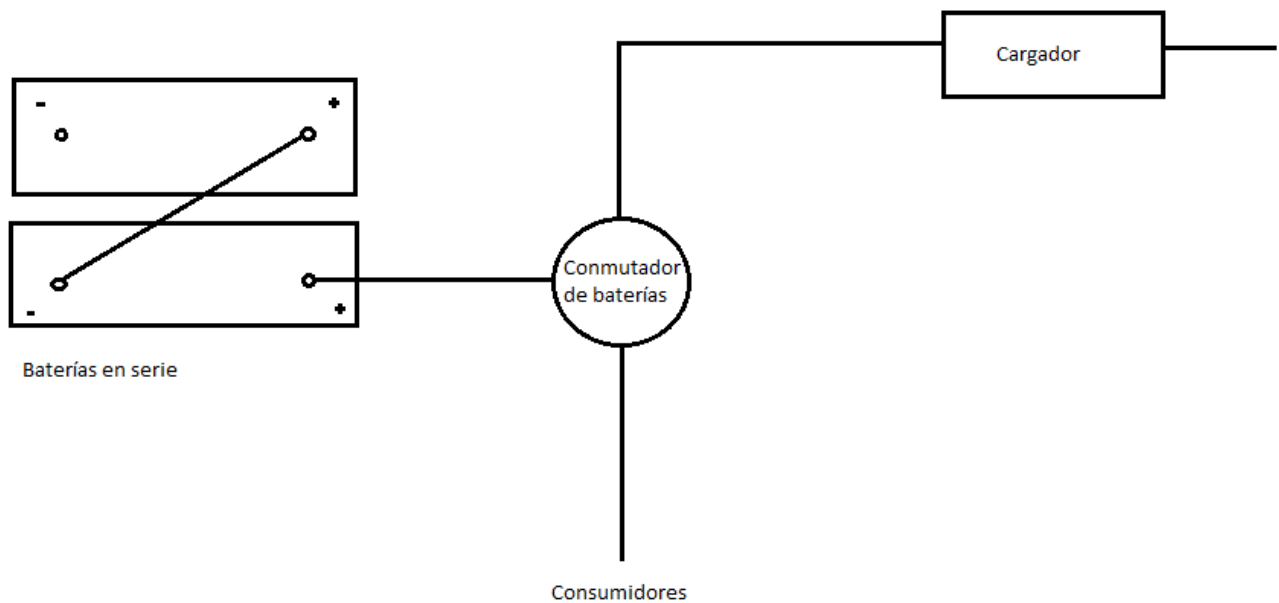


Imagen 16. Conmutador con cuatro posiciones: 0, 1, 2 y ambas

Los enchufes y los puntos de luz se encuentran distribuidos de la manera siguiente:

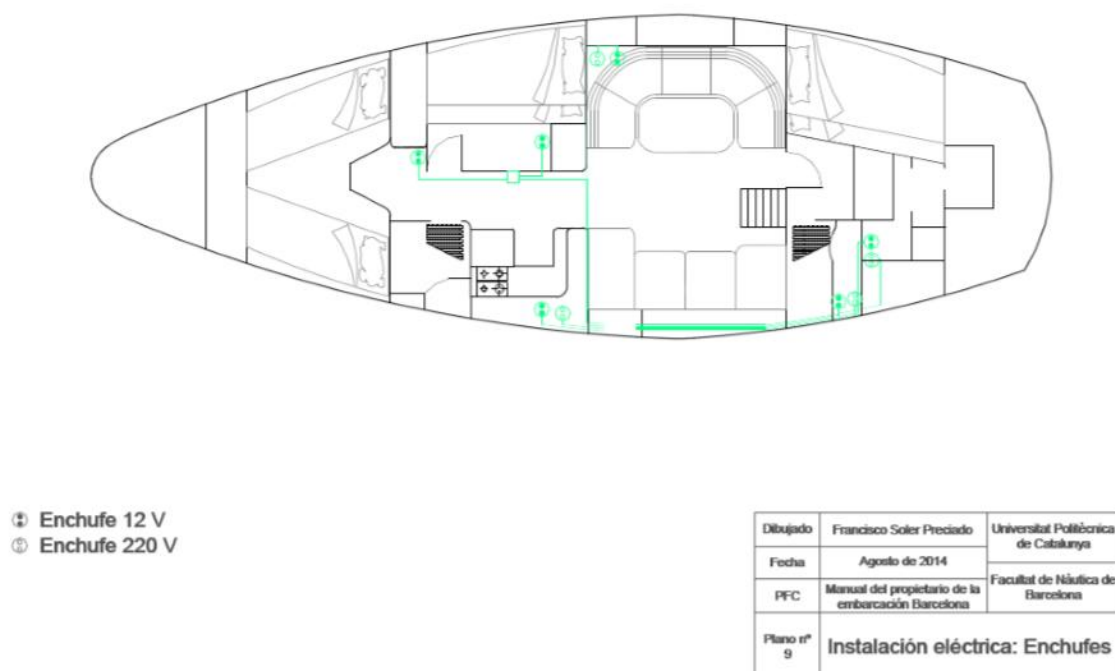


Imagen 17. Distribución de enchufes – *Manual del propietario del “Barcelona” ref.6*

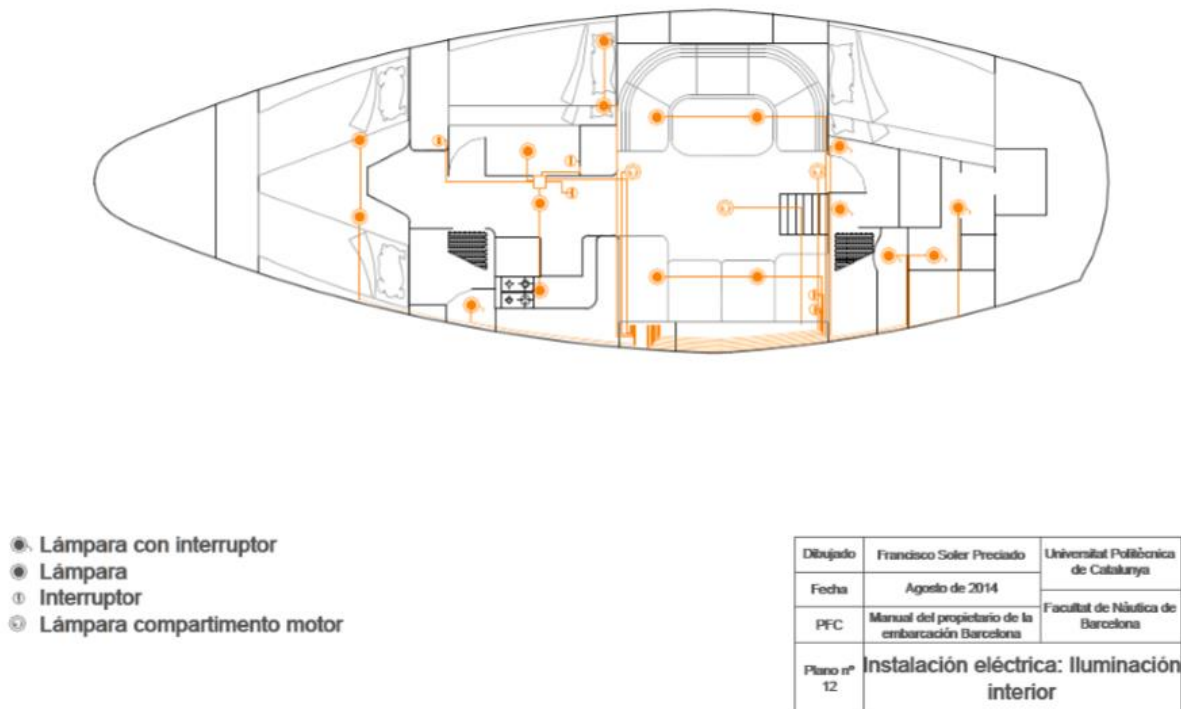


Imagen 18. Distribución de puntos de luz – *Manual del propietario del “Barcelona” ref.6*

Como se explicó en el primer capítulo se dispone de dos cargadores de baterías (uno para cada circuito) y aunque no se ha sabido identificar, consta que hay un ondulator para transformar a corriente alterna y alimentar la nevera. Además tal como se ha comentado se cuenta con un molinete de ancla accionado con un motor eléctrico.

### 3.2 Posibles mejoras para la mantenibilidad

Se ha elegido la importante premisa que en un buque escuela debería primar más la mantenibilidad que la estética, desgraciadamente en el caso de nuestra embarcación no es así. Al ser diseñada como un yate de recreo se primó en la estética y la comodidad de los usuarios en contra de la capacidad para ser mantenido.

Por estas razones, la medida planteada es la de promover un listado de trabajos de asignatura, de trabajos de fin de grado o de máster, etc. que consistan en proyectos de modificación de la estructura, del mobiliario y otros elementos del “Barcelona”.

Ejemplos de los proyectos podrían ser tales como:

- Sustitución de los paneles de madera y tapizados de las paredes por otros abatibles o transparentes de metraquilato, para facilitar el acceso al cableado de la planta eléctrica.
- Identificación, clasificación y etiquetado de todo el conjunto de cables que forma la instalación eléctrica.
- Elaboración de esquemas eléctricos: funcionales, topográficos y de cableado.
- Elaboración de manuales de mantenimiento y de uso.

Otra medida planteada para la mejora de la mantenibilidad es la designación de un espacio en los cofres para almacenar las herramientas básicas para efectuar tareas sencillas de mantenimiento. Herramientas mecánicas como: un juego de llaves fijas, destornilladores, maza, etc. Como herramientas eléctricas, tales como: un téster, soldador de estaño, destornilladores eléctricos, cables, etc.

Para facilitar el uso de las herramientas y hacerlo posible en alta mar además se propone la instalación de un pequeño generador eléctrico, siendo posible usarlo posteriormente para ensayos de propulsores eléctricos.

## Capítulo 4. Conclusiones.

Una motivación importante con la que contaba era que el proyecto tuviese una aplicación práctica, tanto mi tutor Ricard, como Jordi Mateu me insistieron en este aspecto. Desconozco si realmente será práctico o no, o si se van a aplicar alguna de las medidas y principios que expongo a lo largo del trabajo, lo que si soy consciente es que aportó mi granito de arena para que las futuras generaciones de estudiantes de la facultad no pisen el “Barcelona” por primera vez a la hora de hacer su trabajo de fin de grado como me pasó a mí.

Las conclusiones son las siguientes:

- La instalación eléctrica requiere un repaso en su totalidad.
- Hay numerosos elementos obsoletos que deberían retirarse o actualizarse.
- Se debería eliminar cableados inútiles, mejoraría sustancialmente la mantenibilidad, aunque requeriría la supervisión de un experto para evitar desastres.
- Los planos y esquemas no están en el “Barcelona” y los que están disponibles no reflejan la realidad.
- Gracias a la ayuda del tutor se han descubierto errores de protección eléctrica en cables de baja sección sin fusible.

Mi falta de experiencia en este campo, el tiempo limitado y comprimido del mes de Julio, entre que acabaron los exámenes finales y el inicio de las vacaciones de verano, para hacer el trabajo de campo en el “Barcelona”, entre otros factores me dejan un gusto amargo y con ganas de continuar este proyecto como trabajo de fin de máster o tesis si llegase a eso.

Remarcaría y advertiría a futuros estudiantes, que en Julio hace un calor extremo si se está trabajando dentro de una embarcación parada y se recomienda encarecidamente llevarse una reserva importante de líquido lo más fresco posible.

Concluyo insistiendo que las medidas que se plantean son realísticas y plenamente factibles, algunas de ellas como la creación de una comisión de estudiantes están basadas en modelos parecidos de otras universidades que llevan años funcionando correctamente.

## Bibliografía

1. Santiago Ordás Jiménez. *Memòria del curs acadèmic 2010-2011*
2. Santiago Ordás Jiménez. *Memòria del curs acadèmic 2011-2012*
3. Santiago Ordás Jiménez. *Memòria del curs acadèmic 2012-2013*
4. Santiago Ordás Jiménez. *Memòria del curs acadèmic 2013-2014*
5. Laia Cárdenas Martínez. *Disseny del veler d'escola Barcelona en un programa de disseny y el càlcul de les seves corves hidroestàtiques*. Facultat de Nàutica de Barcelona, Grado en Ingeniería de Sistemas y Tecnología Naval dirigido por Marcel·la Castells, Septiembre 2015.
6. Francisco Soler Preciado. *Manual del Propietario de la embarcación "Barcelona"*. Ingeniería Técnica Naval, dirigido por Germán de Melo, Facultat de Nàutica de Barcelona, 2014.
7. Xavier Ciurana Llorens. *Cálculos prácticos de estabilidad y comportamiento en la mar en el buque escuela de la Facultad de Náutica de Barcelona*. Grado en Ingeniería Náutica y Transporte Marítimo, dirigido por Marcel·la Castells. Facultat de Nàutica de Barcelona, Junio 2014.
8. Página web oficial Belliure. [www.belliure.com](http://www.belliure.com). Última consulta en septiembre de 2016.

## Anexo 1. Álbum Fotográfico

- Exterior:



Imagen 19. Exterior del "Barcelona"



Imagen 20. Molinete



Imagen 21. Sonda, Piloto automático y Veleta





Imagen 22. Radar



Imagen 23. Toma de luz de puerto



Imagen 24. Proa del "Barcelona"



- Interior:



Imagen 25. Batería de servicio



Imagen 26. Transformador



Imagen 27. Transformador para la corriente de puerto



Imagen 28. Conmutador de baterías



Imagen 29. Panel con radio y emisora



Imagen 30. Panel con emisoras



Imagen 31. Armario del salón



Imagen 32. Tierra de la instalación eléctrica



Imagen 33. Luz de techo descolgada





Imagen 34. Punto de luz con interruptor propio



Imagen 35. Caja de control del molinete del ancla



Imagen 36. Antena de televisión